

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-052274

(43)Date of publication of application : 19.02.2004

(51)Int.Cl.

E21D 9/14  
E01F 8/00  
G10K 11/16  
G10K 11/162

(21)Application number : 2002-208160

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 17.07.2002

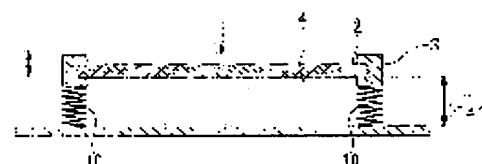
(72)Inventor : HARA TADAHIKO  
SEKI SHIRO

## (54) SOUND ABSORPTION DEVICE PROVIDED WITH TUNNEL MICRO ATMOSPHERIC PRESSURE WAVE REDUCTIVE FUNCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sound absorption device provided with a tunnel micro atmospheric pressure wave reductive function.

SOLUTION: A porous sound absorption plate 2 is installed along an internal wall in the vicinity of a tunnel entrance and supported through a spring 10 to constitute a vibration system having the sound absorption plate 2 as a chief mass body. The natural frequency of the vibration system is set in 3-5Hz which is dominant frequency of the tunnel micro atmospheric pressure wave.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.02.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

a tunnel -- a pithead -- noise absorption equipment equipped with the tunnel fine barometric wave reduction function characterized by having constituted the vibration system which used the acoustic tile as the main mass object by installing a porous acoustic tile in accordance with a neighboring wall, and supporting this acoustic tile through a spring, and setting the natural frequency of this vibration system as the excellence frequency of a tunnel fine barometric wave.

[Claim 2]

Noise absorption equipment equipped with the tunnel fine barometric wave reduction function according to claim 1 characterized by setting the natural frequency of said vibration system as 3-5Hz which is the excellence frequency of a tunnel fine barometric wave.

[Claim 3]

Noise absorption equipment which is equipped with the regulatory mechanism of the load rate of said vibration system, and was equipped with the tunnel fine barometric wave reduction function according to claim 1 or 2 characterized by enlarging the load rate of vibration system, so that the pressure of a tunnel fine barometric wave becomes [ this regulatory mechanism ] large.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to noise absorption equipment equipped with the reduction function of the tunnel fine barometric wave generated when it rushes in into a tunnel of high-speed trains, such as the Shinkansen.

[0002]

[Description of the Prior Art]

If the train head section rushes into a tunnel at high speed, a compressional wave will arise in a tunnel. the inside of a tunnel of the compressional wave -- acoustic velocity -- spreading -- a tunnel -- if a pithead is reached, out of a tunnel, it becomes a pulse-like pressure wave (tunnel fine barometric wave), and emanates, and a shot sound will be made in a pithead, or a part will vibrate the aperture of a house, and will cause an environmental problem.

[0003]

as the cure against reduction of this tunnel fine barometric wave -- general -- a tunnel -- a pithead -- cures, such as amelioration of \*\*\*\*\* (branch pit etc.) and a train head section configuration, are taken. The main frequency of this tunnel fine barometric wave is 3-5Hz, when a train rushes into a tunnel by speed per hour 200-300km.

[0004]

on the other hand -- the cure against reduction of a tunnel fine barometric wave -- another -- a tunnel -- a pithead -- installing near the acoustic tile currently indicated by JP,4-191800,A as a cure against the noise is performed.

Drawing 5 shows the example which installed the acoustic tile 2 to the tunnel wall 1, and drawing 6 (a) shows the relation between an acoustic tile 2 and the tunnel wall 1. This kind of acoustic tile 2 consists of a porosity plate which fabricated particles, fiber, etc., such as a ceramic, in the shape of a layer, and it is designed so that it may absorb focusing on the sound of the excellence frequency (about 1kHz) of rolling vibration or the car air noise.

[0005]

In installation, the back air space 4 of predetermined thickness L was secured between the acoustic tile 2 supported with the bracket 3, and its tunnel wall 1 in back, and thickness L of the back air space 4 is set up according to the frequency  $\lambda$  of the sound which is going to absorb sound. In order to perform efficient absorption of sound, back air layer thickness L is set as  $L=1/4\lambda$ .

Drawing 6 (b) shows that a sound passes an acoustic tile in the location of  $1/4\lambda$ . By doing so, since a sound will pass through the detailed opening of an acoustic tile 2 with maximum velocity, when a sound changes to heat by friction, effective absorption of sound is made. For example, when absorbing sound the sound of 1kHz, thickness L of the back air space 4 is good to set it as about 5cm.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

By the way, in the former, by the difference in a frequency made into the object of reduction, the cure against the noise by the acoustic tile and the cure against a tunnel fine barometric wave by \*\*\*\*\* are performed as another thing, and there was futility in a cost side.

[0007]

This invention aims at offering noise absorption equipment equipped with the tunnel fine barometric wave reduction function in which it enabled it to also reduce a tunnel fine barometric wave using an acoustic tile, in consideration of the above-mentioned situation.

[0008]

„[Means for Solving the Problem]

noise absorption equipment equipped with the tunnel fine barometric wave reduction function of invention of claim 1 -- a tunnel -- a pithead -- by installing a porous acoustic tile in accordance with a neighboring wall, and supporting this acoustic tile through a spring, the vibration system which used the acoustic tile as the main mass object is constituted, and it is characterized by setting the natural frequency of this vibration system as the excellence frequency of a tunnel fine barometric wave.

[0009]

With this equipment, when the energy of the noise generated in a tunnel with an acoustic tile is absorbed and the acoustic tile supported by means of a spring vibrates, the energy of a tunnel fine barometric wave is absorbed. Therefore, it can serve both as the cure against the noise, and the cure against a fine barometric wave only by installing an acoustic tile in a tunnel, taking support by means of a spring.

[0010]

Invention of claim 2 is characterized by setting the natural frequency of said vibration system as 3-5Hz which is the excellence frequency of a tunnel fine barometric wave in claim 1.

[0011]

With this equipment, since the natural frequency of the vibration system which consists of an acoustic tile and a spring was set as 3-5Hz, the fine barometric wave generated when the train has rushed in into a tunnel by speed per hour 200-300km can be reduced effectively.

[0012]

In claims 1 or 2, invention of claim 3 is equipped with the regulatory mechanism of the load rate of said vibration system, and it is characterized by enlarging the load rate of vibration system, so that the pressure of a tunnel fine barometric wave becomes [ this regulatory mechanism ] large.

[0013]

With this equipment, since the load rate of the vibration system which consists of an acoustic tile and a spring can be adjusted according to the pressure of a tunnel fine barometric wave, the natural frequency of vibration system can be flexibly fitted to the frequency of a tunnel fine barometric wave. Therefore, although the frequencies of a fine barometric wave differ according to the rate of a train, the effective fine barometric wave reduction effectiveness can be demonstrated to many frequencies.

[0014]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

Drawing 1 is the outline block diagram of the noise absorption equipment of the 1st operation gestalt. what this noise absorption equipment equips with the tunnel fine barometric wave reduction function other than the usual noise-reduction function -- it is -- concrete -- a tunnel -- a pithead -- the porous acoustic tile 2 is installed in accordance with the neighboring tunnel wall (wall) 1, and the bracket 3 holding an acoustic tile 2 is supported through a spring 10. Here, the vibration system which used the acoustic tile 2 as the main mass object is constituted by supporting an acoustic tile 2 with a spring 10. And the natural frequency of this vibration system is set as the excellence frequency (3-5Hz) of a tunnel fine barometric wave.

[0015]

Between an acoustic tile 2 and the tunnel wall 1, one fourth of the back air spaces 4 of thickness  $L (= 1/4\lambda)$  of the excellence frequency  $\lambda$  of the noise in a tunnel (about 1kHz) are secured, and, thereby, an acoustic tile 2 can demonstrate now the greatest absorption-of-sound engine performance in it. Moreover, the spring 10 is supporting the acoustic tile 2 so that it can vibrate freely to the perpendicular direction. in addition, this noise absorption equipment -- a tunnel -- a pithead -- although it is good to install near, it is better than the diameter of a pithead preferably to install in the place included in inside.

[0016]

In this noise absorption equipment, the energy of the noise generated in a tunnel with an acoustic tile 2 is absorbed. Moreover, when the acoustic tile 2 supported with the spring 10 vibrates, the energy of a tunnel fine barometric wave is absorbed. In this case, although it is small, the energy of a fine barometric wave is absorbed also by penetrating the porous acoustic tile 2. In addition, since minute displacement of the absorption-of-sound engine performance by the original acoustic tile 2 is only carried out when an acoustic tile 2 receives a fine barometric wave, big effect does not win popularity. Therefore, it can serve both as the cure against the noise, and the cure against a fine barometric wave only by installing an acoustic tile 2 in a tunnel, taking support with a spring 10.

[0017]

Drawing 2 is the outline block diagram of the noise absorption equipment of the 2nd operation gestalt. This noise absorption equipment attaches an acoustic tile 2 in the front face of the frame 13 of a cube type, and supports a frame 13 in the tunnel wall 1 with a spring 10.

It is letting the flange 15 prepared in the frame 13 pass in the bolt 17 extended from the tunnel wall 1 for stable maintenance of an acoustic tile 2 and a frame 13. The bolt 17 and the flange 15 are arranged to several places of the periphery of a frame 13, it is the range regulated with the stoppers 18 and 18 screwed in the bolt 17, and a frame 13 can vibrate now freely.

[0018]

In the case of this noise absorption equipment, one fourth of the back air spaces 4 of thickness  $L (= 1/4\lambda)$  of the excellence frequency  $\lambda$  of the noise in a tunnel are secured between the tooth-back wall 14 of a frame 13, and the acoustic tile 2. Moreover, when an acoustic tile 2 is supported with a spring 10 through a frame 13 in this way, the mass object of vibration system will consist of an acoustic tile 2 and a frame 13.

[0019]

In this noise absorption equipment, the energy of the noise generated in a tunnel with an acoustic tile 2 is absorbed. Moreover, when the acoustic tile 2 and frame 13 which were supported with the spring 10 vibrate, the energy of a tunnel fine barometric wave is absorbed. Therefore, it can serve both as the cure against the noise, and the cure against a fine barometric wave only by installing in a tunnel the frame 13 which attached the acoustic tile 2, taking support with a spring 10.

[0020]

In addition, elastic bodies, such as rubber, are made to be placed between the flange 15 sides of a stopper 18, and only the bending cost of elastic bodies, such as rubber, may enable it to vibrate a frame 13. Moreover, elastic bodies, such as the rubber, can also be added as a spring element at the time of calculating the load rate of vibration system. Moreover, a spring (rubber is included) may be made to intervene between a stopper 18 and a flange 15 instead of the spring 10 made to intervene between the tunnel wall 1 and a frame 13. Moreover, a spring 10 can also be replaced with other elastic bodies (or elastic component), such as rubber and a pneumatic spring.

[0021]

Drawing 3 is the outline block diagram of the noise absorption equipment of the 3rd operation gestalt. This noise absorption equipment is making three kinds of springs 10A, 10B, and 10C intervene between a frame 13 and the tunnel wall 1. And the 2nd spring 10B and 3rd spring 10C exert the force on a frame 13 one by one as only 1st spring 10A exerts the force on a frame 13, a pressure becomes large and the variation rate of a frame 13 increases, when the usual pressure acts on an acoustic tile 2.

By carrying out like this, the load rate of vibration system comes to be adjusted according to a pressure. Here, the combination of three sorts of springs 10A, 10B, and 10C constitutes the load-rate adjustment device, and as this load-rate regulatory mechanism enlarges the load rate of vibration system, it carries out regulating automatically mechanically, so that the pressure of a tunnel fine barometric wave becomes large. Since other configurations are the same as that of the thing of the 2nd operation gestalt, especially explanation is not given.

[0022]

With this equipment, since the load rate of the vibration system which consists of an acoustic tile 2, and a frame 13 and Springs 10A, 10B, and 10C is regulated automatically according to the pressure of a tunnel fine barometric wave, it can fit the natural frequency of vibration system to the frequency of a tunnel fine barometric wave flexibly. Therefore, the fine barometric wave of a different frequency according to the rate of a train can be attenuated effectively.

[0023]

Drawing 4 is the outline block diagram of the noise absorption equipment of the 4th operation gestalt. A pneumatic spring 20 is used for this noise absorption equipment instead of the mechanical spring 10, and it connects the controller 21 which adjusts that internal pressure to a pneumatic spring 20. Since other configurations are the same as that of the thing of the 2nd operation gestalt, especially explanation is not given.

[0024]

In this noise absorption equipment, a controller 21 adjusts the rigidity of a pneumatic spring 20 according to the pressure of a fine barometric wave. It is the pressure sensor beforehand formed in the tunnel entrance side performing pressure detection of a fine barometric wave, incorporating the signal for a controller 21, and adjusting the internal pressure of a pneumatic spring 20, and the load rate of a pneumatic spring 20 is

adjusted. Also in this noise absorption equipment, the almost same effectiveness as the 3rd operation gestalt can be acquired.

[0025]

[Effect of the Invention]

according to [ as explained above ] invention of claim 1 -- a tunnel -- a pithead -- by installing a porous acoustic tile in accordance with a neighboring wall, and supporting this acoustic tile through a spring Since the vibration system which used the acoustic tile as the main mass object was constituted and the natural frequency of this vibration system was set as the excellence frequency of a tunnel fine barometric wave While the energy of the noise generated in a tunnel with an acoustic tile is absorbable, when the acoustic tile supported by means of a spring vibrates, the energy of a tunnel fine barometric wave is absorbable. Therefore, only by installing an acoustic tile in a tunnel, taking support by means of a spring, it can serve both as the cure against the noise, and the cure against a fine barometric wave, and can consider as cheap cure construction.

[0026]

Since the natural frequency of the vibration system which consists of an acoustic tile and a spring was set as 3-5Hz according to invention of claim 2, the fine barometric wave generated when the train has rushed in into a tunnel by speed per hour 200-300km can be reduced effectively.

[0027]

Since the load rate of the vibration system which consists of an acoustic tile and a spring can be adjusted according to the pressure of a tunnel fine barometric wave according to invention of claim 3, the fine barometric wave of a different frequency according to the rate of a train can be attenuated effectively.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline block diagram of the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the outline block diagram of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] It is the outline block diagram of the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is the outline block diagram of the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] It is the explanatory view of the installation situation of the conventional acoustic tile.

[Drawing 6] Drawing in which (a) shows the relation between the conventional acoustic tile and a tunnel wall, and (b) are drawings showing the passage situation of an acoustic wave.

[Description of Notations]

1 Tunnel Wall

2 Acoustic Tile

10, 10A, 10B, and 10C Spring

13 Frame

14 Tooth-Back Wall

15 Flange

17 Bolt

18 Stopper

20 Pneumatic Spring

21 Controller

---

[Translation done.]

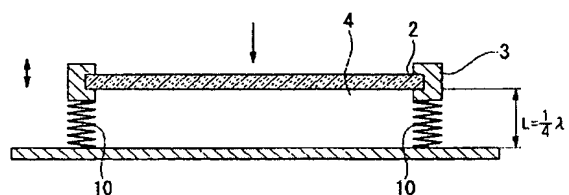
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

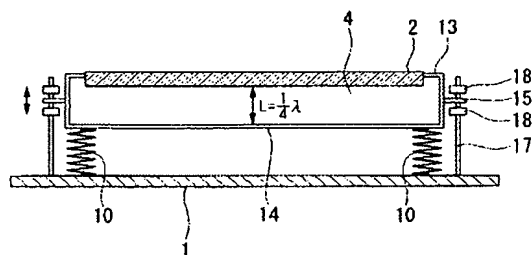
## DRAWINGS

[Drawing 1]



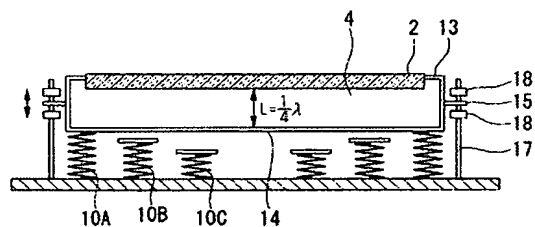
- 1: トンネル壁 (内壁)
- 2: 吸音板
- 3: フラケット
- 4: 背後空気
- 10: バネ

[Drawing 2]



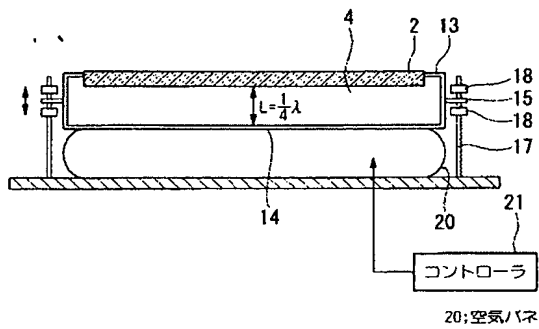
- 13: フレーム
- 14: 背面壁
- 15: フラジ
- 17: ボルト
- 18: ストップ

[Drawing 3]

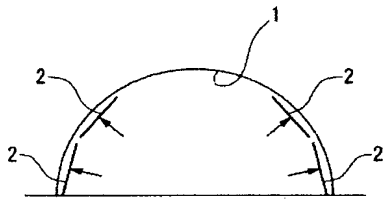


- 10A, 10B, 10C: バネ

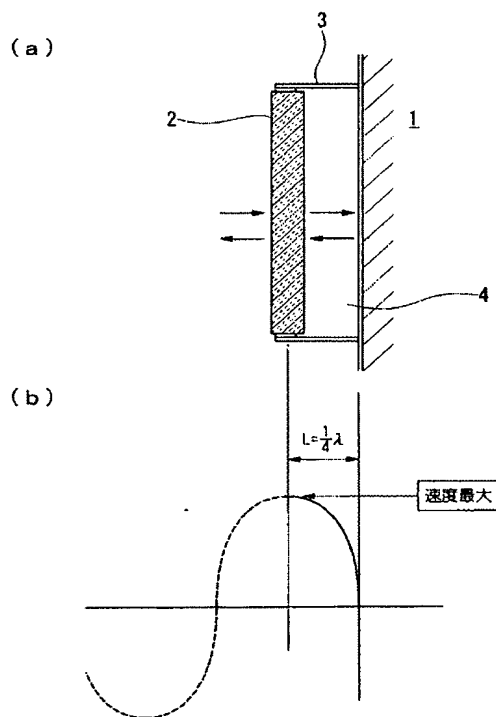
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-052274

(43)Date of publication of application : 19.02.2004

(51)Int.Cl.

E21D 9/14  
E01F 8/00  
G10K 11/16  
G10K 11/162

(21)Application number : 2002-208160

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

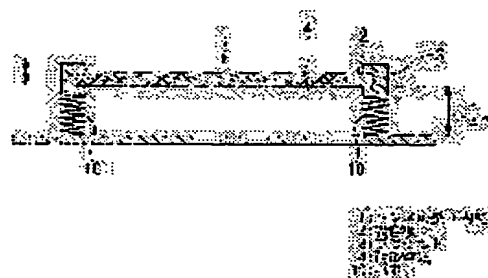
(22)Date of filing : 17.07.2002

(72)Inventor : HARA TADAHIKO  
SEKI SHIRO**(54) SOUND ABSORPTION DEVICE PROVIDED WITH TUNNEL MICRO ATMOSPHERIC PRESSURE WAVE REDUCTIVE FUNCTION**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a sound absorption device provided with a tunnel micro atmospheric pressure wave reductive function.

**SOLUTION:** A porous sound absorption plate 2 is installed along an internal wall in the vicinity of a tunnel entrance and supported through a spring 10 to constitute a vibration system having the sound absorption plate 2 as a chief mass body. The natural frequency of the vibration system is set in 3-5Hz which is dominant frequency of the tunnel micro atmospheric pressure wave.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 17.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.02.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-52274

(P2004-52274A)

(43) 公開日 平成16年2月19日(2004.2.19)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

E 2 1 D 9/14  
E 0 1 F 8/00  
G 1 0 K 11/16  
G 1 0 K 11/162

F 1

E 2 1 D 9/14  
E 0 1 F 8/00  
G 1 0 K 11/16  
G 1 0 K 11/16

テーマコード (参考)

2 D 0 0 1  
5 D 0 6 1

A  
D

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-208160 (P2002-208160)  
(22) 出願日 平成14年7月17日 (2002.7.17)

(71) 出願人 000006208  
三菱重工株式会社  
東京都港区港南二丁目16番5号  
(74) 代理人 100108578  
弁理士 高橋 昭男  
(74) 代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武  
(74) 代理人 100101465  
弁理士 青山 正和  
(72) 発明者 原 忠彦  
長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号  
三菱重工株式会社長崎研究所内  
(72) 発明者 関 四郎  
長崎県長崎市館の浦町1番1号 三菱重工  
株式会社長崎造船所内

最終頁に続く

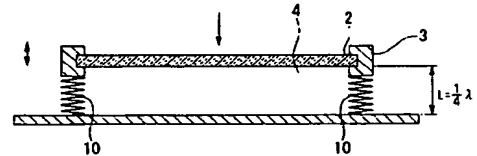
(54) 【発明の名称】 トンネル微気圧波低減機能を備えた吸音装置

(57) 【要約】

【課題】トンネル微気圧波低減機能を備えた吸音装置を提供する。

【解決手段】トンネル坑口付近の内壁に沿って多孔質の吸音板2を設置し、吸音板2をバネ10を介して支持することにより、吸音板2を主たる質量体とした振動系を構成する。そして、その振動系の固有周波数を、トンネル微気圧波の卓越周波数である3〜5Hzに設定する。

【選択図】 図1



1: トンネル壁 (内壁)  
2: 吸音板  
3: フラット  
4: 背後空気  
10: バネ

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

トンネル坑口付近の内壁に沿って多孔質の吸音板を設置し、該吸音板をバネを介して支持することにより、吸音板を主たる質量体とした振動系を構成し、該振動系の固有周波数を、トンネル微気圧波の卓越周波数に設定したことを特徴とするトンネル微気圧波低減機能を備えた吸音装置。

**【請求項 2】**

前記振動系の固有周波数を、トンネル微気圧波の卓越周波数である 3～5 Hz に設定したことを特徴とする請求項 1 記載のトンネル微気圧波低減機能を備えた吸音装置。

**【請求項 3】**

前記振動系のバネ定数の調節機構を備えており、該調節機構が、トンネル微気圧波の圧力が大きくなるほど、振動系のバネ定数を大きくすることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のトンネル微気圧波低減機能を備えた吸音装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、新幹線等の高速列車がトンネル内に突入したときに発生するトンネル微気圧波の低減機能を備えた吸音装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

列車先頭部がトンネルに高速で突入すると、トンネル内に圧縮波が生じる。その圧縮波がトンネル内を音速で伝播し、トンネル坑口に到達すると、一部がトンネルの外へパルス状の圧力波（トンネル微気圧波）となって放射され、坑口で発破音を生じたり、家屋の窓を振動させたりし、環境問題を引き起こす。

**【0003】**

このトンネル微気圧波の低減対策としては、一般に、トンネル坑口緩衝工（枝坑等）及び列車先頭部形状の改良などの対策が講じられている。このトンネル微気圧波の主たる周波数は、時速 200～300 km でトンネルに列車が突入する場合、3～5 Hz である。

**【0004】**

一方、トンネル微気圧波の低減対策とは別に、トンネル坑口付近には、騒音対策として、特開平 4-191800 号に開示されている吸音板を設置することが行われている。

図 5 はトンネル壁 1 に吸音板 2 を設置した例を示し、図 6 (a) は吸音板 2 とトンネル壁 1 との関係を示している。この種の吸音板 2 は、セラミック等の粒子や繊維等を層状に成形した多孔質板よりなり、転動振動や車両空気騒音の卓越周波数（1 kHz 程度）の音を中心に吸収するように設計されている。

**【0005】**

設置に当たっては、ブラケット 3 で支持した吸音板 2 と、その背後のトンネル壁 1 との間に所定厚さの背後空気層 4 を確保し、背後空気層 4 の厚さを、吸音しようとする音の周波数  $f$  に応じて設定している。効率の良い吸音を行うためには、背後空気層の厚さ  $L$  を  $L = 1/4 \lambda$  に設定する。

図 6 (b) は、 $1/4 \lambda$  の位置で音が吸音板を通過することを示している。そうすることによって、吸音板 2 の微細空隙を最大速度で音が通過することになるので、摩擦により音が熱に変わることにより、効果的な吸音がなされる。例えば、1 kHz の音を吸音する場合、背後空気層 4 の厚さ  $L$  は 5 cm 程度に設定するのがよい。

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

ところで、従来では、低減の対象とする周波数の違いにより、吸音板による騒音対策と緩衝工によるトンネル微気圧波対策は別のものであり、コスト面での無駄があった。

**【0007】**

10

20

30

40

50

本発明は、上記事情を考慮し、吸音板を用いてトンネル微気圧波も低減させることができるようにした、トンネル微気圧波低減機能を備えた吸音装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のトンネル微気圧波低減機能を備えた吸音装置は、トンネル坑口付近の内壁に沿って多孔質の吸音板を設置し、該吸音板をバネを介して支持することにより、吸音板を主たる質量体とした振動系を構成し、該振動系の固有周波数を、トンネル微気圧波の卓越周波数に設定したことを特徴とする。

【0009】

この装置では、吸音板によってトンネル内に発生する騒音のエネルギーが吸収され、バネで支持された吸音板が振動することによって、トンネル微気圧波のエネルギーが吸収される。従って、吸音板をバネで支持をとりながらトンネル内に設置するだけで、騒音対策と微気圧波対策を兼ねることができる。

【0010】

請求項2の発明は、請求項1において、前記振動系の固有周波数を、トンネル微気圧波の卓越周波数である3～5 Hzに設定したことを特徴とする。

【0011】

この装置では、吸音板とバネで構成される振動系の固有周波数を3～5 Hzに設定したので、時速200～300 kmでトンネル内に列車が突入してきたときに発生する微気圧波を効果的に低減することができる。

【0012】

請求項3の発明は、請求項1または2において、前記振動系のバネ定数の調節機構を備えており、該調節機構が、トンネル微気圧波の圧力が大きくなるほど、振動系のバネ定数を大きくすることを特徴とする。

【0013】

この装置では、吸音板とバネで構成される振動系のバネ定数をトンネル微気圧波の圧力に応じて調節することができるので、トンネル微気圧波の周波数に、振動系の固有周波数を柔軟に適合させることができる。よって、列車の速度に応じて微気圧波の周波数は異なるものの、多くの周波数に対し有効な微気圧波低減効果を発揮することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は第1実施形態の吸音装置の概略構成図である。この吸音装置は、通常の騒音低減機能の他に、トンネル微気圧波低減機能を備えるものであり、具体的には、トンネル坑口付近のトンネル壁（内壁）1に沿って多孔質の吸音板2を設置し、吸音板2を保持するブラケット3をバネ10を介して支持したものである。ここでは、バネ10で吸音板2を支持することにより、吸音板2を主たる質量体とした振動系が構成されている。そして、この振動系の固有周波数が、トンネル微気圧波の卓越周波数（3～5 Hz）に設定されている。

【0015】

吸音板2とトンネル壁1との間には、トンネル内騒音の卓越周波数 $\lambda$ （おおよそ1 kHz）の $1/4$ の厚さ $l$ （ $=1/4\lambda$ ）の背後空気層4が確保され、それにより、吸音板2が最大の吸音性能を発揮できるようになっている。また、バネ10は、吸音板2を、その垂直方向に自由に振動できるように支持している。なお、この吸音装置は、トンネル坑口付近に設置するのがよいが、好ましくは、坑口の直径より中に入ったところに設置するのがよい。

【0016】

この吸音装置では、吸音板2によってトンネル内に発生する騒音のエネルギーが吸収される。また、バネ10で支持された吸音板2が振動することによって、トンネル微気圧波の

10

20

30

40

50

エネルギーが吸収される。この場合、僅かではあるが、多孔質の吸音板 2 を透過することによっても、微気圧波のエネルギーが吸収される。なお、本来の吸音板 2 による吸音性能は、吸音板 2 が微気圧波を受けたときに微小変位するだけであるから、大きな影響は受けない。従って、吸音板 2 をパネ 10 で支持をとりながらトンネル内に設置するだけで、騒音対策と微気圧波対策を兼ねることができる。

#### 【0017】

図 2 は第 2 実施形態の吸音装置の概略構成図である。この吸音装置は、吸音板 2 を箱形のフレーム 13 の前面に取り付け、フレーム 13 をパネ 10 でトンネル壁 1 に支持したものである。

吸音板 2 及びフレーム 13 の安定保持のため、フレーム 13 に設けたフランジ 15 を、トンネル壁 1 から延ばしたボルト 17 に通している。ボルト 17 及びフランジ 15 は、フレーム 13 の周縁の数カ所に配置しており、ボルト 17 に螺合したストップ 18、18 で規制される範囲で、フレーム 13 が自由に振動できるようになっている。

#### 【0018】

この吸音装置の場合は、フレーム 13 の背面壁 14 と吸音板 2 との間に、トンネル内騒音の卓越周波数  $\lambda$  の  $1/4$  の厚さ  $(=1/4\lambda)$  の背後空気層 4 が確保されている。また、このようにフレーム 13 を介して吸音板 2 をパネ 10 で支持した場合は、振動系の質量体が、吸音板 2 とフレーム 13 とで構成されることになる。

#### 【0019】

この吸音装置では、吸音板 2 によってトンネル内に発生する騒音のエネルギーが吸収される。また、パネ 10 で支持された吸音板 2 及びフレーム 13 が振動することによって、トンネル微気圧波のエネルギーが吸収される。従って、吸音板 2 を取り付けたフレーム 13 を、パネ 10 で支持をとりながらトンネル内に設置するだけで、騒音対策と微気圧波対策を兼ねることができる。

#### 【0020】

なお、ストップ 18 のフランジ 15 側にゴム等の弾性体を介在させ、ゴム等の弾性体のみだけフレーム 13 が振動できるようにしてもよい。また、そのゴム等の弾性体を、振動系のパネ定数を計算する際のパネ要素として加えることもできる。また、トンネル壁 1 とフレーム 13 との間に介在させたパネ 10 の代わりに、ストップ 18 とフランジ 15 との間にパネ（ゴムを含む）を介在させてもよい。また、パネ 10 をゴムや空気パネ等の他の弾性体（あるいは弾性要素）で置き換えることもできる。

#### 【0021】

図 3 は第 3 実施形態の吸音装置の概略構成図である。この吸音装置は、3 種類のパネ 10 A、10 B、10 C を、フレーム 13 とトンネル壁 1 との間に介在させている。そして、通常の圧力が吸音板 2 に作用したときには、第 1 のパネ 10 A のみがフレーム 13 に力を及ぼし、圧力が大きくなってフレーム 13 の変位が増大するに従い、順次、第 2 のパネ 10 B、第 3 のパネ 10 C がフレーム 13 に力を及ぼすようになっている。

こうすることで、振動系のパネ定数が圧力に応じて調節されるようになる。ここでは、3 種のパネ 10 A、10 B、10 C の組み合わせがパネ定数調整機構を構成しており、このパネ定数調整機構が、トンネル微気圧波の圧力が大きくなるほど、振動系のパネ定数を大きくするように機械的に自動調整する。その他の構成は第 2 実施形態のものと同様であるので、特に説明はしない。

#### 【0022】

この装置では、吸音板 2 及びフレーム 13 とパネ 10 A、10 B、10 C で構成される振動系のパネ定数が、トンネル微気圧波の圧力に応じて自動調節されることから、トンネル微気圧波の周波数に振動系の固有周波数を柔軟に適合させることができる。よって、列車の速度に応じた異なる周波数の微気圧波を有効に減衰させることができる。

#### 【0023】

図 4 は第 4 実施形態の吸音装置の概略構成図である。この吸音装置は、機械的なパネ 10 の代わりに空気パネ 20 を使用し、空気パネ 20 に、その内圧を調節するコントローラ 2

10

20

30

40

50

1を接続したものである。他の構成は第2実施形態のものと同様であるので、特に説明はしない。

【0024】

この吸音装置では、微気圧波の圧力に応じてコントローラ21が、空気バネ20の剛性を調整するようになっている。微気圧波の圧力検出は、予めトンネル入口側に設けた圧力センサ等を行い、その信号をコントローラ21に取り込んで空気バネ20の内圧を調節することで、空気バネ20のバネ定数を調節する。この吸音装置においても、第3実施形態とほぼ同様の効果を得ることができる。

【0025】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1の発明によれば、トンネル坑口付近の内壁に沿って多孔質の吸音板を設置し、該吸音板をバネを介して支持することにより、吸音板を主たる質量体とした振動系を構成し、該振動系の固有周波数を、トンネル微気圧波の卓越周波数に設定したので、吸音板によってトンネル内に発生する騒音のエネルギーを吸収することができると共に、バネで支持された吸音板が振動することによって、トンネル微気圧波のエネルギーを吸収することができる。従って、吸音板をバネで支持をとりながらトンネル内に設置するだけで、騒音対策と微気圧波対策を兼ねることができ、安価な対策工事とすることができる。

【0026】

請求項2の発明によれば、吸音板とバネで構成される振動系の固有周波数を3～5Hzに設定したので、時速200～300kmでトンネル内に列車が突入してきたときに発生する微気圧波を効果的に低減することができる。

【0027】

請求項3の発明によれば、吸音板とバネで構成される振動系のバネ定数を、トンネル微気圧波の圧力に応じて調節することができるので、列車の速度に応じた異なる周波数の微気圧波を有効に減衰させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の概略構成図である。

【図2】本発明の第2実施形態の概略構成図である。

【図3】本発明の第3実施形態の概略構成図である。

【図4】本発明の第4実施形態の概略構成図である。

【図5】従来の吸音板の設置状況の説明図である。

【図6】(a)は従来の吸音板とトンネル壁との関係を示す図、(b)は音波の通過状況を示す図である。

【符号の説明】

1 トンネル壁

2 吸音板

10、10A、10B、10C バネ

13 フレーム

14 背面壁

15 フランジ

17 ボルト

18 ストップバ

20 空気バネ

21 コントローラ

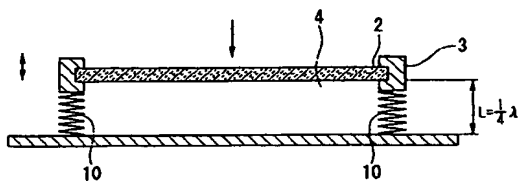
10

20

30

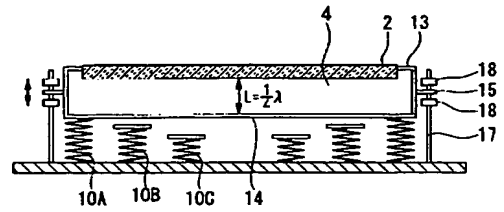
40

【図 1】



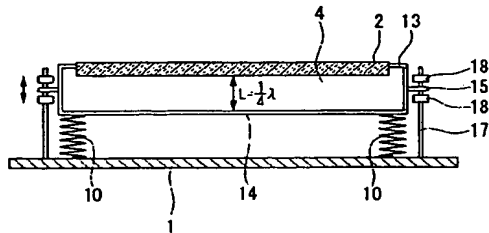
1:トンネル壁 (内壁)  
2:支柱  
3:フラグメント  
4:循環空気  
10:バネ

【図 3】



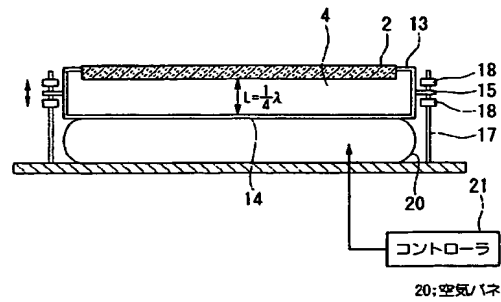
10A, 10B, 10C:バネ

【図 2】



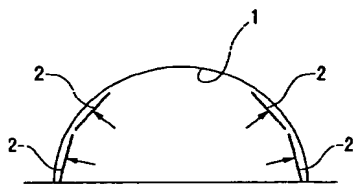
13:フレーム  
14:背面壁  
15:フランジ  
17:ボルト  
18:ストッパ

【図 4】



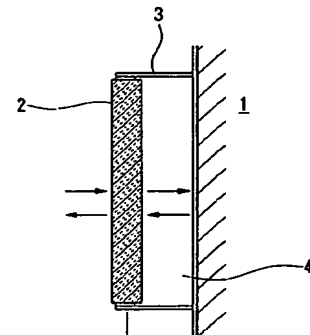
20:空気/バネ

【図 5】

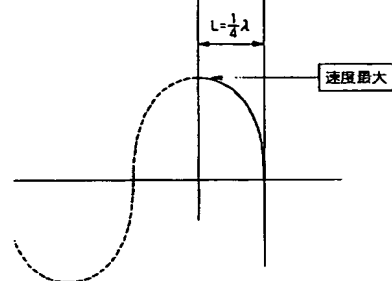


【図 6】

(a)



(b)



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2D001 AA01 AA02 BB01 CA01 CB01 CD03 CD04 DA03  
5D061 AA25 BB24 CC04